26248 DUP.

RAPPORT IGM 85-104-222

CNRC 26248

Etude sur le potentiel de recyclage du polystyrène "Dow-685D" par le procédé de moulage par injection

Pour: Centre d'étude des Matériaux Plastiques Bélanger Ltée
406, rue Tessier
St-Germain, Grantham
J0C 1K0

Préparé par: **Alain Cloutier, B. Tech.**
Agent Technique
Conseil National de Recherche du Canada
Institut de génie des matériaux
75, De Mortagne
Boucherville
J4B 6Y4

Distribution: A. Catani
B. Fisa
G. Laguë
J. Prinsen
G. Salloum

Juillet 1985

Introduction

Cette étude a pour but d'examiner le potentiel de recyclage d'un polystyrène regranulé, appartenant à la compagnie "Plastiques Cascades Inc.". Cette entreprise récupère annuellement de sa production plusieurs milliers de kilogrammes de ce polystyrène et espère le réutiliser pour mouler des pièces par le procédé de moulage par injection.

De ce fait, une étude comparative entre le polystyrène regranulé et son équivalent vierge (DOW-685D) a été réalisée. Cette expérience permettra d'identifier l'effet du recyclage sur le comportement du polymère lors de son moulage et la possibilité de concevoir des pièces pour usage interne chez Cascades.

Moulage par injection

Durant les essais de moulage par injection du polystyrène regranulé, nous n'avons identifié aucune conséquence dramatique qui pourrait empêcher le recyclage de ce polymère par le procédé d'injection. Cependant, certains détails intéressants ont été observés durant les manipulations et ceux-ci devront être pris en considération pour un éventuel recyclage en grande quantité.

Dans un premier temps, le polymère devra être rebroyé pour empêcher l'obstruction de la trémie d'alimentation par la formation de pont entre les granules de plastique. Cette opération permettra de faciliter le fonctionnement en continu de la production. Simultanément, dans la mesure du possible, il sera aussi favorable d'extraire les quelques granules d'un autre polymère qui sont mélangés au lot de polystyrène. Ceci permettra de minimiser le taux de rejet de la production pour être en mesure d'obtenir des pièces moulées de meilleure qualité exemptes de trace du contaminant noirâtre.

Nous avons aussi détecté une différence notable entre le comportement rhéologique des échantillons. Comme le montre la figure 1, nous pouvons observer les courbes du profil de pression hydraulique pour les deux polymères injectés avec les mêmes paramètres de réglage du procédé. Nous remarquons que la pression d'injection du polymère regranulé est 11 MPa supérieure à son homologue vierge. Cela devient non négligeable sur le compactage de la pièce dans le moule. Alors, pour l'étude des propriétés mécaniques des deux échantillons, il sera nécessaire d'égaliser ces pressions d'injection afin d'être en mesure de réaliser des essais comparatifs dans les mêmes conditions de moulage. Par expérience, ce comportement signifie souvent, tout simplement, qu'en état de fusion à la même température, la viscosité du regranulé est inférieure à celle du produit vierge. L'ordre de grandeur de cette différence entre l'écoulement du polymère peut être mesuré par des essais d'indice de fluidité ("Melt Index") avec l'appareil usuel. Comme le montre la table 1, une diminution de viscosité assez considérable a été mesurée, pour démontrer que le polystyrène regranulé s'écoule 2.8 fois plus rapidement que le polystyrène vierge.

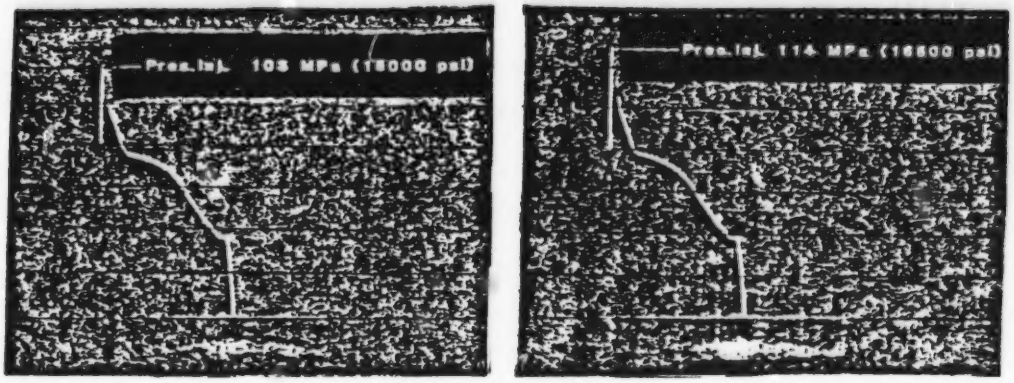
Le polystyrène étant un polymère légèrement hygroscopique, il est donc souvent préférable de le sécher pour empêcher la formation de bulles d'humidité dans le constituant. Cependant, malgré le séchage prolongé du polystyrène regranulé, nous observons, durant une injection dans le vide, un dégagement de bulles gazeuses à l'intérieur du polymère en état de fusion, pour des temps de résidences élevés (près de 2 min.) dans le fourreau d'injection. Cette réaction peut être le signe d'une dégradation mineure en considérant qu'elle n'est pas observée avec le polystyrène vierge. Ainsi un examen plus exhaustif pourrait être éventuellement engagé pour cerner le problème. Néanmoins, pour un temps de cycle normal et une épaisseur de pièce de moins de 4 mm, il ne semble pas y avoir aucun problème apparent qui peut dénigrer l'utilisation de ce polystyrène regranulé par le procédé de moulage par injection.

Essais mécaniques

En vue d'évaluer les performances mécaniques du polystyrène regranulé par rapport à son homologue vierge, des éprouvettes normalisées ont été moulées précisément dans les mêmes conditions de mise en forme (avec la même pression d'injection) pour réaliser des essais de traction, de flexion et de choc, selon les normes "ASTM". Pour chaque cas, nous avons testé une dizaine d'éprouvettes afin de trouver une valeur moyenne de la résistance mécanique correspondante, tel que le montre la table 2. Nous remarquons que les propriétés mécaniques du polymère regranulé sont quelque peu affectées par son recyclage. Nous obtenons des résistances mécaniques inférieures pour la limite élastique, la résistance à la rupture (en traction) et la flexion sous charge. Cependant, les valeurs obtenues pour le module d'élasticité et l'élongation à la rupture sont supérieures, mais ces différences sont tellement infimes qu'elles peuvent être considérées comme des erreurs de laboratoire. Dans le cas de la résistance au choc, nous observons que le polystyrène regranulé requiert une énergie supérieure pour effectuer la rupture du barreau standard. Ceci peut s'expliquer par le fait que les éprouvettes à comparer ne sont pas parfaitement identiques. Pour les mêmes conditions de moulage, un retrait inférieur est obtenu pour le polymère regranulé. Nous mesurons une section de 79 mm^2 pour le polystyrène vierge et 79.6 mm^2 pour le polystyrène regranulé. Ceci peut donc influencer, en partie, cette augmentation de la résistance au choc.

Conclusion

Malgré les quelques différences trouvées entre les deux polystyrènes, il est évident que le polystyrène regranulé peut être recyclé pour produire certaines pièces par le procédé de moulage par injection. Toutefois, il faudrait être très prudent quant au choix de la pièce à mouler en considérant sérieusement son application spécifique, son design mécanique et son épaisseur de paroi maximale pour un temps de cycle limité.



(a) (b)

Figure 1: Courbes de pression hydraulique en fonction de la position de la vis d'injection (pour les mêmes paramètres de réglage).

a) Polystyrène vierge b) Polystyrène regranulé

TABLE 1

	PS (vierge)	PS (regranulé)
Taux moyen de l'indice de fluidité (g/10 min) ASTM 1238 (cond G)	1.43	4.02

TABLE 2

Propriétés Mécaniques	Méthodes ASTM	PS (Vierge)	PS (Regranulé)
$\overline{E}$ (MPa)	D-638	3170	3220
$\overline{Sy}$ (MPa)	D-638	45.9	43.7
$\overline{Su}$ (MPa)	D-638	50.4	47.3
$\overline{\varepsilon}_u$ (%)	D-638	2.8	2.9
$\overline{Is}$ (J/m)	D-256	10.14	11.2
$\overline{T}_f$ (°C)	D-648	83	81

$\overline{E}$ = Module d'élasticité moyen

$\overline{Sy}$ = Limite élastique moyenne à 0.2% de déformation

$\overline{Su}$ = Moyenne de la résistance, à la rupture en traction

$\overline{\varepsilon}_u$ = Pourcentage d'élongation moyen à la rupture (en traction)

$\overline{Is}$ = Moyenne de la résistance au choc Izod (avec entaille)

$\overline{T}_f$ = Température moyenne de déformation à l'état recuit pour 1.82 MPa de tension